SNI

Standar Nasional Indonesia

SNI 6719:2015

Spesifikasi pipa baja bergelombang dengan lapis logam pelindung untuk pembuangan air dan drainase bawah tanah

ICS 91.140.70,
91.140.80

Badan Standardisasi Nasional

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

© BSN 2015

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi i
Prakata iii
Pendahuluan iv
1 Ruang lingkup 1
2 Acuan normatif 1
3 Istilah, definisi dan singkatan 2
4 Klasifikasi pipa 3
5 Bahan-bahan 5
6 Pabrikasi 6
7 Persyaratan pipa 11
8 Sistem sambungan 18
9 Pengerjaan 24
10 Perbaikan kerusakan lapis pelindung 24
11 Pemeriksaan 25
12 Penolakan 25
13 Sertifikasi 25
Lampiran A (normatif) 27
Lampiran B (informatif) 28
Lampiran C (informatif) Gambar contoh-contoh tipikal pipa baja bergelombang 30

Gambar 1 - Persyaratan lubang 17
Gambar C.1 - Pipa baja bergelombang dengan gelombang bentuk spiral 30
Gambar C.2 - Pipa baja bergelombang dengan gelombang bentuk cincin 30
Gambar C.3 - Pipa baja bergelombang dengan gelombang bentuk cincin dan flens penyambung 31
Gambar C.4 - Pipa baja bergelombang dengan lapisan serat aramid 31
Gambar C.5 - Pipa baja bergelombang dengan Pervorasi 32

Tabel 1 Persyaratan gelombang untuk pipa tipe I, IA, II, IIA dan III 6
Tabel 2 Persyaratan tinggi gelombang yang harus dipenuhi pada pengukuran ulang 7
Tabel 3 Persyaratan rusuk untuk pipa tipe IR dan IIR 7
Tabel 4 Sambungan memanjang dengan paku keling dan las setempat 8
Tabel 5 Kekuatan tarik sambungan pengunci 9

© BSN 2015

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Tabel 6 Ukuran-ukuran pipa 11
Tabel 7 Tebal lembaran baja dengan lapisan logam 12
Tabel 8 Persyaratan pipa lengkung dengan gelombang 68 mm x 13 mm 13
Tabel 9 Persyaratan pipa lengkung dengan gelombang 75 mm x 25 mm atau 125 mm x 25 mm 14
Tabel 10 Persyaratan pipa lengkung bergelombang dengan rusuk 19 mm x 19 mm x 190 mm 15
Tabel 11 Persyaratan pipa lengkung bergelombang dengan rusuk 19 mm x 25 mm x 292 mm 15
Tabel 12 Barisan lubang, tinggi (H) garis tengah barisan yang teratas dan panjang 17
Tabel 13 Tebal pelat pengikat, penjepit berlengan, atau *bell*[a,b] 21
Tabel 14 Persyaratan lebar pelat pengikat untuk pipa dengan ujung bergelombang cincin[a,b] 21
Tabel 15 Persyaratan lebar pelat pengikat untuk pipa bergelombang spiral 21
Tabel 16 Ukuran baut untuk pelat pengikat 22
Tabel 17 Persyaratan struktural sistem sambungan penyambungan 23

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang "Spesifikasi pipa baja bergelombang dengan lapis logam pelindung untuk pembuangan air dan drainase bawah tanah" adalah revisi dari SNI 03-6719-2002, *Spesifikasi pipa baja bergelombang dengan lapis pelindung logam untuk pembuangan air dan drainase bawah tanah.* Standar ini mengacu pada AASHTO M 36-03 (2007), *Standard Specification for Corrugated Steel Pipe, Metalic-Coated, for Sewers and Drains.* Revisi pada AASHTO M36-90 menjadi AASHTO M36-03 (2007) dengan memberbaiki beberapa tabel serta istilah definisi menjadi salah satu alasan perlu direvisinya standar ini.

SNI ini dipersiapkan oleh Panitia Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Subpanitia Teknis Rekayasa Jalan dan Jembatan 91-01/S2 melalui Gugus Kerja Jembatan dan Bangunan Pelengkap Jalan.

Tata cara penulisan disusun mengikuti Pedoman Standardisasi Nasional (PSN) 08:2007 dan dibahas dalam forum rapat konsensus yang diselenggarakan pada tanggal 11 November 2013 di Bandung oleh Subpanitia Teknis, yang melibatkan para narasumber, pakar dan lembaga terkait, serta telah melalui proses jajak pendapat tanggal 19 September 2014 hingga 14 November 2014.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

© BSN 2015

Pendahuluan

Pipa baja bergelombang (*Corrugated Steel Pipe*) terdiri dari beberapa tipe serta beberapa kegunaan/aplikasi. Dalam SNI ini dibahas pipa baja gelombang yang digunakan untuk pembuangan air dan drainase bawah tanah dan terbuat dari baja yang dilapisi dengan logam pelindung dengan diameter nominal pipa dari 100 mm sampai dengan 3600 mm.

Standar ini mengatur mulai dari bahan pipa, pengerjaan pembuatan pipa, sampai dengan penerimaan dan sertifikasi produk pipa baja bergelombang yang dianggap telah sesuai dan memenuhi persyaratan yang diatur di dalam standar ini.

Terdapat banyak tipe pipa baja bergelombang dengan lapis logam pelindung yang tersedia di pasaran dan digunakan pada pekerjaan jalan. Beberapa standar yang terkait dengan pipa baja bergelombang untuk keperluan yang berbeda (pipa struktural) juga dikeluarkan oleh Kementerian Perindustrian sehingga kecermatan dan kehati-hatian penggunaan standar ini perlu dikedepankan. Sebagai contoh ketebalan nominal pelat yang digunakan untuk membuat gorong-gorong pipa baja bergelombang ini berada di antara 1,02 mm sampai dengan 4,27 mm. Pipa baja bergelombang yang dimensi dan ketentuannya di luar nilai-nilai yang dibahas dalam standar ini bisa saja dianggap sebagai pipa yang diatur dalam standar lain yang berlaku.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Spesifikasi pipa baja bergelombang dengan lapis logam pelindung untuk pembuangan air dan drainase bawah tanah

1 Ruang lingkup

1.1 Spesifikasi ini berlaku untuk pipa baja bergelombang (*corrugated steel pipe*) yang digunakan untuk pembuangan air, drainase bawah tanah, gorong-gorong yang bersifat non stuktural, dan kegunaan lain yang serupa. Pipa yang dibuat menurut spesifikasi ini umumnya bukan untuk pipa air limbah rumah tangga atau pembuangan limbah industri (lihat catatan 1). Lembaran baja yang digunakan dalam pembuatan pipa memiliki lapis logam pelindung seng galvanis, aluminium tipe 2, paduan 55% aluminium-seng, paduan seng-5% aluminium-*mischmetal*, atau alumunium tipe 1.

Klasifikasi pipa dalam standar ini mencakup tipe – tipe I, II, dan III seperti yang dijelaskan dalam pasal 4.

1.1.1 Apabila pipa dibuat dari lembaran baja yang dilapisi dengan komposit seng dan serat aramid, maka pipa harus dilapisi dengan aspal. Oleh karena itu, persyaratan dalam spesifikasi ini harus dipertimbangkan diterapkan pada pipa setengah jadi, sedangkan untuk pipa yang sudah jadi harus mencakup ketentuan yang tercantum dalam Spesifikasi AASHTO M 190.

CATATAN 1 - Pipa yang dibuat dari lembaran yang dilapisi komposit seng dan serat aramid serta dilengkapi dengan lapisan aspal digunakan untuk saluran pembuangan rumah tangga dan industri. Produk minyak bumi atau bahan sejenis yang mengalir pada saluran pembuangan limbah dapat mempengaruhi kinerja lapisan aspal.

1.2 Beberapa di lapisan logam yang berbeda tidak memberikan perlindungan yang sama bagi logam dasar terhadap korosi atau abrasi, atau keduanya, dalam semua kondisi lingkungan. Beberapa kondisi lingkungan yang mungkin sangat berat sehingga tidak ada lapisan logam yang termasuk dalam spesifikasi ini akan memberikan perlindungan yang memadai. Perlindungan tambahan bagi pipa baja bergelombang dapat diberikan dengan menggunakan lapisan-lapisan yang diterapkan setelah pembuatan pipa seperti dijelaskan dalam AASHTO M 190 atau dengan menggunakan polimer seperti dijelaskan dalam AASHTO M 245

1.3 Spesifikasi ini tidak mencakup ketentuan untuk dudukan pipa, penimbunan kembali, atau hubungan antara beban timbunan dan tebal lembaran pipa baja. Pengalaman menunjukkan bahwa kinerja produk ini tergantung pada pemilihan ketebalan pelat yang tepat, tipe dudukan dan timbunan, proses produksi yang terkendali di pabrik dan ketelitian pada saat pemasangan. Prosedur pemasangan dijelaskan dalam AASHTO's *Standard Specifications for Highway Bridges, Divison II, Section 26*.

2 Acuan normatif

Dokumen referensi di bawah ini harus digunakan dan tidak dapat ditinggalkan untuk melaksanakan standar ini.

2.1 Standar AASHTO

M 190, *Bituminous-Coated Corrugated Metal Culvert Pipe and Pipe Arches*
M 218, *Steel Sheet, Zinc Coated (Galvanized), for Corrugated Steel Pipe*
M 232M/M 232, *Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware*

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

M 245, *Corrugated Steel Pipe, Polymer-Precoated, for Sewers and Drains*
M 274, *Steel Sheet, Aluminium-Coated (Type 2), for Corrugated Steel Pipe*
M 289, *Aluminium-Zinc Alloy Coated Sheet Steel for Corrugated Steel Pipe*
M 291M, *Carbon and Alloy Steel Nuts [Metric]*
M 298, *Coatings of Zinc Mechanically Deposited on Iron and Steel Pipe*
M 315M, *Joints for Circular Concrete Sewer and Culvert Pipe, using Rubber Gaskets [Metric]*
T 65M/T 65, *Mass [Weight] of Coating on Iron and Steel Articles with Zinc or Zinc-Alloy Coating*
T 213M/T 213, *Mass [Weight] of Coating on Aluminium-Coated Iron and Steel Articles*
T 241, *Helical Continuously Welded Seam Corrugated Steel Pipe*
T 249, *Helical Lock Seam Corrugated Steel Pipe*
Standard Specifications for Highway Bridges

2.2 Standar ASTM

A 780, *Repair of Damaged and Uncoated Areas of Hot-Dip Galvanized Coatings*
A 796 / A 796M, *Structural Design of Corrugated Steel Pipe, Pipe-Arches, and Arches for Storm and Sanitary Sewers and Other Buried Apllications*
A 885, *Steel Sheet, Zinc and Aramid Fiber Composite Coated for Corrugated Steel Sewer, Culvert, and Underdrain Pipe*
A 929/A 929M, *Steel Sheet, Metallic-Coated by Hot-Dip Process for Corrugated Steel Pipe*
B 633, *Electrodeposited Coatings of Zinc on Iron and Steel*
D 1056, *Flexible Cellular Materials-Sponge or Expanded Rubber*
F 568M, *Carbon and Alloy Steel Externally Threaded Metric Fasteners*

3 Istilah, definisi dan singkatan (Istilah, definisi dan notasi)

3.1 Istilah dan definisi

Untuk tujuan penggunaan standar ini, istilah dan definisi berikut digunakan.

3.1.1
pabrikan
produsen yang membuat pipa

3.1.2
produsen
yang membuat lembaran baja

3.1.3
pipa baja bergelombang bentuk cincin
pipa baja dengan lapis logam yang mempunyai gelombang melingkar berbentuk cincin sepanjang pipa

3.1.4
pipa baja bergelombang bentuk spiral
pipa baja dengan lapis logam yang mempunyai gelombang melingkar berbentuk spiral sepanjang pipa

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

3.1.5
pipa baja dengan rusuk spiral
pipa baja dengan lapis logam yang dilengkapi dengan rusuk spiral melingkar sepanjang pipa

3.1.6
pipa baja bergelombang berlubang
pipa baja bergelombang bentuk cincin atau bergelombang bentuk spiral dengan penampang melintang lingkaran penuh atau lingkaran tidak penuh dengan dasar hampir rata, yang mempunyai lubang-lubang bulat untuk aliran air masuk dan keluar pipa

3.1.7
struktur lapis minimal
bahan lapis yang ditandai dengan suatu struktur lapis metalurgi lebih halus yang didapatkan melalui suatu perlakuan yang dirancang untuk mencegah pembentukan struktur butiran kasar yang normal, yang terbentuk selama proses pemadatan lapis paduan Zn-5 Al-MM (zinc-5 *percent* aluminium-*mischmetal*)

3.1.8
struktur lapis reguler
bahan lapis yang ditandai dengan suatu struktur lapis metalurgi yang didapatkan melalui suatu perlakuan yang dirancang untuk menjadi suatu lapisan, yang terbentuk selama proses pemadatan lapis paduan Zn-5 Al-MM (zinc-5 *percent* aluminium-*mischmetal*)

3.2 Singkatan

3.2.1 55 Al-Zn--55% aluminium-seng.

3.2.2 MM--*mischmetal*.

3.2.3 Zn-5 Al-MM--seng-5% aluminium-*mischmetal*

3.2.4 AIT2—aluminium lapis Tipe 2

3.2.5 AIT1—aluminium lapis Tipe 1

4 Klasifikasi pipa

4.1 Pipa baja bergelombang yang diatur dalam spesifikasi ini diklasifikasikan sebagai berikut

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

4.1.1 Tipe I

Pipa Tipe I mempunyai penampang melintang lingkaran penuh dengan tebal pelat baja bergelombang yang seragam serta bergelombang bentuk cincin atau bergelombang bentuk spiral.

4.1.2 Tipe IA

Pipa Tipe IA mempunyai penampang melintang lingkaran penuh, dengan pelat luar bergelombang bentuk spiral dan pelat dalam yang rata, dibuat bergelombang bentuk spiral dengan sambungan pengunci (*lock seams*).

4.1.3 Tipe IR

Pipa Tipe IR mempunyai penampang melintang lingkaran penuh dengan tebal pelat rata yang seragam serta dilengkapi dengan rusuk berbentuk spiral di sebelah luar.

4.1.4 Tipe II

Pipa Tipe II sama dengan Tipe I tetapi diubah bentuk menjadi lengkung dan bagian dasar hampir datar.

4.1.5 Tipe IIA

Pipa Tipe IIA sama dengan Tipe IA tetapi diubah bentuk menjadi lengkung dan bagian dasar hampir datar.

4.1.6 Tipe IIR

Pipa Tipe IIR sama dengan Tipe IR tetapi diubah bentuk menjadi lengkung dan bagian dasar hampir datar.

4.1.7 Tipe III

Pipa Tipe III sama dengan Tipe I tetapi diberi lubang-lubang untuk aliran air masuk atau keluar. Pipa Tipe III dimaksudkan untuk penggunaan sebagai saluran drainase atau pipa pembuangan air di bawah tanah.

4.1.8 Tipe IIIA

Pipa Tipe IIIA dimaksudkan untuk penggunaan sebagai saluran drainase di bawah tanah, terdiri dari penampang melintang semi lingkaran dengan bagian dasar yang rata (tidak bergelombang) dan bagian atas bergelombang.

4.2 Lubang-lubang (perforasi) pada pipa Tipe III meliputi tiga kelas seperti yang diuraikan pada 7.3.2.

4.3 Bahan lapis paduan Zn-5 Al-MM tersedia dalam dua kelas atau struktur lapis sebagai berikut :

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

4.3.1 Kelas A, struktur yang dilapis minimal

4.3.2 Kelas B, struktur yang dilapis reguler

5 Bahan-bahan

5.1 Lembaran baja untuk pipa

Semua pipa yang dibuat menurut spesifikasi ini harus dibentuk dari lembaran berlapis seng sesuai dengan AASHTO M 218 atau lembaran berlapis aluminium tipe 2 sesuai dengan AASHTO M 274, lembaran berlapis paduan 55 persen aluminium-seng sesuai dengan AASHTO M 289, atau lembaran berlapis paduan seng-5 persen aluminium-*mischmetal* sesuai ASTM A 929/A 929M, atau berlapis aluminium tipe 1 sesuai ASTM A 929/A 929M. Apabila tipe lapis logam tidak ditentukan dalam pemesanan, maka harus digunakan lembaran berlapis seng yang sesuai dengan AASHTO M 218. Semua pipa yang dibuat berdasarkan pemesanan harus mempunyai lapis logam yang sama, kecuali ditentukan lain.

5.2 Lembaran baja untuk pita/pelat penyambung

Lembaran baja yang digunakan dalarn pembuatan pita/pelat penyambung harus memiliki lapis yang sama dan sesuai dengan spesifikasi yang sama dengan 5.1 sebagaimana digunakan untuk membuat pipa berdasarkan pemesanan.

5.3 Paku keling

Paku keling yang digunakan harus dibuat dari bahan yang sama dengan logam dasar untuk lembaran pipa bergelombang serta mempunyai lapis pelindung galvanis.
Jika baut dan mur digunakan untuk menggantikan paku keling (lihat 6.3.1), maka harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :
Baut : F 568 Class 8.8
Mur : M 291M Class 12

5.4 Baut dan mur

Baut dan mur harus digalvanis celup panas (*hot dip*) sesuai dengan AASHTO M 232M/M 232, atau digalvanis mekanis sesuai dengan AASHTO M 298 kelas 40.

5.5 Perangkat keras sistem penyambung

Baut dan mur yang digunakan untuk pita/pelat penyambung (pelat kopel) harus memenuhi ketentuan berikut:
Baut : F 568 Class 4.6
Mur : M 291M Class 5

5.6 Lapis pelindung untuk komponen sistem penyambung

Baut, mur dan komponen berulir lain yang digunakan dalam sistem penyambung harus dilapisi seng dengan menggunakan salah satu proses berikut : proses celup panas (*hot-dip*)

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

sesuai dengan AASHTO M 232M/M 232, proses penyepuhan listrik (*electroplating*) sesuai dengan ASTM B 633 kelas Fe/ Zn 8, atau proses mekanis sesuai dengan AASHTO M 298, kelas 8. Komponen perangkat keras lainnya yang digunakan bersama sistem penyambung harus dilapisi seng dengan menggunakan salah satu proses berikut : proses celup panas (*hot-dip*) sesuai dengan AASHTO M 232M/M 232, proses penyepuhan listrik (*electroplating*) sesuai dengan ASTM B 633 kelas Fe/ Zn 25, atau proses mekanis sesuai dengan AASHTO M 298, kelas 25.

5.7 Paking (gasket)

Apabila paking (*gasket*) digunakan dalam sambungan pipa, paking harus dibuat dari karet (*expanded rubber*) yang memenuhi persyaratan ASTM D 1056 untuk tingkat sel tertutup (*closed cell*) ”RE” atau cincin “O” yang memenuhi persyaratan AASHTO M 315M.

6 Pabrikasi

6.1 Ketentuan umum

Pipa harus dibuat dengan penampang lingkaran penuh kecuali tipe IIIA seperti dijelaskan pada 8.4

6.1.1 Pipa tipe I bergelombang bentuk cincin dengan sambungan paku keling atau las setempat, atau bergelombang bentuk spiral dengan kunci penghubung menerus atau penghubung las sepanjang pipa. Pabrikan dapat memilih tipe pembuatan yang digunakan, kecuali ditentukan lain. Pipa yang dibuat dari lembaran yang dilapisi komposit seng dan serat aramid, harus dibuat dengan sambungan keling atau sambungan kunci.

6.1.2 Pipa tipe IA harus dibuat dengan permukaan dalam yang rata serta permukaan luar bergelombang bentuk spiral dan disambung dengan kunci-kunci penghubung sepanjang pipa. Lembaran bergelombang mempunyai jarak nominal antara puncak gelombang sebesar 68 mm atau 75 mm. Lembaran yang dilapisi komposit seng dan serat aramid tidak boleh digunakan untuk pembuatan pipa tipe IA.

6.1.3 Pipa tipe IR harus dibuat dengan rusuk gelombang spiral di sebelah luar dengan sambungan pengunci sepanjang pipa.

6.2 Gelombang

Gelombang harus berbentuk cincin atau berbentuk spiral sebagaimana dijelaskan pada 6.1. Arah puncak dan lembah gelombang membentuk sudut tidak kurang dari 60° terhadap sumbu pipa untuk diameter pipa lebih dari 525 mm, dan tidak kurang dari 45° terhadap sumbu pipa untuk diameter pipa 525 mm dan lebih kecil.

6.2.1 Untuk pipa tipe I dan IA, gelombang harus membentuk lengkung yang menerus. Ukuran gelombang harus sesuai dengan Tabel 1. Jika tinggi satu atau lebih gelombang kurang dari tinggi minimum gelombang dalarn Tabel 1, tinggi semua gelombang diantara sambungan yang berdekatan harus diukur dan memenuhi nilai pada Tabel 2.

Tabel 1 - Persyaratan gelombang untuk pipa tipe I, IA, II, IIA dan III

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Ukuran Nominal Gelombang (mm)	Jarak Maksimum Puncak Gelombang[a] (mm)	Tinggi Minimum Gelombang[b] (mm)	Jari-Jari dalam[c]	
			Nominal (mm)	Minimum (mm)
38 x 6,5[d]	48	6,0	7	6,5
68 x 13	73	12	17	12
75 x 25	83	24	14	12
125 x 25	135	24	40	36

Keterangan :

[a] Jarak antara puncak gelombang yang diukur tegak lurus terhadap arah gelombang.

[b] Tinggi yang diukur sebagai jarak vertikal dari mistar yang diletakkan pada puncak gelombang sejajar terhadap sumbu pipa, sampai dasar lembah gelombang. Bila ukuran tinggi dari satu atau lebih gelombang kurang dari nilai yang tercantum disini, tinggi semua gelombang diantara sambungan harus diukur, dan harus memenuhi Tabel 2.

[c] Persyaratan jari-jari dalam minimum tidak berlaku untuk gelombang yang memiliki kunci-kunci penghubung spiral.

[d] Ukuran gelombang 38 x 6,5 mm hanya terdapat pada pipa bergelombang bentuk spiral.

Tabel 2 - Persyaratan tinggi gelombang yang harus dipenuhi pada pengukuran ulang

Ukuran Nominal Gelombang (mm)	Diameter (mm)	Tinggi Gelombang Rata-rata minimum (mm)	Tinggi Gelombang Minimum (mm)
38 x 6,5	Semua	6,1	5
68 x 13	300 sampai 525	12,1	10
68 x 13	Lebih dari 525	12,4	11
75 x 25	Semua	24,9	23
125 x 25	Semua	24,9	23

Keterangan : Lihat 7.2.1 untuk penggunaan Tabel 2

CATATAN 2 - Pemeriksaan sering terdiri dari pengukuran tinggi dari satu atau beberapa gelombang. Bila pengukuran tersebut menunjukkan tinggi yang kurang, penerapan persyaratan dalam tabel 2, akan memberikan penerimaan apabila tinggi dari beberapa gelombang dapat mengimbangi kekurangan tinggi gelombang yang lain. Pengukuran ini biasanya dilakukan di antara sambungan pipa.

6.2.2 Untuk pipa tipe IR gelombang sebaiknya mempunyai rusuk persegi yang mengarah keluar dari dinding pipa. Ukuran dan jarak rusuk harus sesuai dengan Tabel 3. Untuk rusuk dengan jarak 292 mm, jika lembaran antara rusuk yang berdekatan tidak mencakup kunci penghubung, maka harus ditambah pengaku pada pertengahan jarak antara rusuk. Pengaku harus mempunyai jari-jari nominal 6,4 mm dan tinggi minimum 5,1 mm terhadap permukaan luar pipa.

Tabel 3 - Persyaratan rusuk untuk pipa tipe IR dan IIR

Ukuran Nominal (mm)	Rusuk			Bagian Bawah Jari-jari Luar Minimum (m)	Bagian Bawah Jari-jari Luar[d] Rata-rata Maksimum (mm)	Bagian Atas Jari-jari Luar Minimum (m)	Bagian Atas Jari-jari Luar[d] Rata-rata Maksimum (mm)
	Lebar,[a] Minimum (mm)	Kedalaman, [b] Minimum (mm)	Jarak, [c] Minimum (mm)				
19 x 19 x 180	17	19	197	2.5	6.0	2.5 + t	6.0 + t
19 x 25 x 216	17	24	222	2.5	6.0	2.5 + t	6.0 + t

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

19 x 25 x 292	17	24	298	2.5	6.0	2.5 + t	6.0 + t

[a] Lebar adalah dimensi bagian dalam rusuk tetapi diukur pada bagian luar pipa (bagian luar rusuk) dan harus memenuhi atau melebihi lebar minimum ditambah dua kali ketebalan dinding atau 2t + 17 mm.
[b] Kedalaman adalah rata-rata dari tiga rusuk dalam satu lembaran.
[c] Jarak adalah rata-rata dari tiga jarak rusuk yang berdekatan untuk pipa 19 x19x190 dan dua jarak rusuk yang berdekatan untuk pipa 19 x 25 x 292, diukur dari pusat ke pusat rusuk, dengan arah tegak lurus rusuk.
[d] Rata-rata dari jari-jari dua rusuk bagian atas dan jari-jari dua rusuk bagian bawah harus dalam batas toleransi minimum dan maksimum. Istilah bagian luar menunjuk pada permukaan bagian luar pipa.

CATATAN 3 - Dimensi-dimensi dan besaran-besaran nominal untuk gelombang yang teratur dan untuk rusuk diberikan dalam AASHTO's Standard Specifications for Highway Bridges, Divison II, Section 12 dan dalam ASTM A 796.

6.3 Sambungan yang dikeling

Sambungan memanjang harus dipasang selang-seling sehingga tidak lebih dari 3 lembaran yang di kencangkan dengan keling. Pipa yang akan dibentuk menjadi bentuk lengkung harus mempunyai sambungan yang memenuhi persyaratan sambungan seperti pada 7.2.2.

CATATAN 4 - Pembuatan pipa tanpa sambungan memanjang pada lengkungan 120°, sehingga pipa dapat dipasang tanpa sambungan memanjang pada bagian yang dibalik, tergantung kesepakatan antara pengguna dan fabrikator.

6.3.1 Ukuran paku keling dan jumlah paku keling setiap gelombang serta lebar sambungan memanjang harus mengikuti ketentuan sesuai tabel 4 (termasuk penjelasannya). Untuk pipa yang mempunyai tinggi gelombang 25 mm, baut dan mur M 12 dapat digunakan sebagai pengganti paku keling dengan perbandingan satu banding satu. Sambungan cincin harus menggunakan paku keling dengan ukuran yang sama seperti pada sambungan memanjang dan harus mempunyai jarak maksimum antara paku keling sebesar 150 mm diukur dari sumbu ke sumbu, kecuali untuk pipa berdiameter 300 mm, cukup 6 paku keling.

Tabel 4 - Sambungan memanjang dengan paku keling dan las setempat

Tebal Pelat (mm)	68 x 13 mm[a,b]	75 x 25 mm[c,d]	125 x 25 mm[e,d]
	Diameter Minimum Paku Keling atau Las Setempat		
Mm	mm	mm	mm
1,32	8.0	-	-
1,63	8.0	9.5	9.5
2,01	8.0	9.5	9.5
2,77	9.5	11.0	11.0
3,51	9.5	11.0	11.0
4,27	9.5	11.0	11.0

[a] Satu paku keling atau las setempat tiap lembah untuk pipa diameter 900 mm lebih kecil. Dua paku keling atau las setempat tiap lembah untuk pipa diameter 1050 mm dan yang lebih besar.
[b] Lebar minimum sambungan : 38 mm untuk pipa diameter 900 mm dan yang lebih kecil, dan 75 mm untuk pipa diameter 1050 mm dan yang lebih besar.
[c] Dua paku keling atau las setempat lembah untuk semua diameter pipa.
[d] Lebar minimum sambungan : 75 mm untuk semua diameter pipa.
[e] Dua paku keling atau las tempat setiap puncak dan lembah untuk semua diameter pipa.

6.3.2 Semua paku keling harus dipasang dalam keadaan dingin sedemikian sehingga lembaran tertarik dengan kencang secara bersamaan sepanjang sambungan. Jarak antara sumbu paku keling dan tepi lembaran tidak boleh kurang dari dua kali diameter paku keling. Semua paku keling harus rapih, dikerjakan oleh tenaga ahli dan bentuk kepala paku keling harus sesuai syarat pemesan, serta harus dipasang tanpa melentur dan tidak memiliki celah ketika dipasang ke dalam lubang.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

6.4 Ketahanan sambungan yang dilas setempat

Sambungan memanjang harus dipasang selang-seling dan tidak lebih dari 3 lembaran yang disambung dengan las setempat. Pipa yang dibentuk menjadi pipa lengkung juga harus memenuhi persyaratan sambungan longitudinal pada 7.2.2.

6.4.1 Ukuran las setempat, jumlah las pada setiap gelombang, dan lebar sambungan memanjang telah ditetapkan pada Tabel. Sambungan cincin harus dilas menggunakan las setempat dengan ukuran yang sama seperti untuk sambungan memanjang dan harus mempunyai jarak maksimum pengelasan 150 mm, kecuali untuk pipa berdiameter 300 mm, cukup 6 las setempat.

6.4.2 Semua las setempat harus dikerjakan sedemikian sehingga lembaran tertarik dengan kencang secara bersamaan sepanjang sambungan. Jarak antara ujung luar setiap las setempat dan ujung lembaran minimum 6,5 mm. Pengelasan harus dilakukan sedemikian sehingga 90% atau lebih permukaan luar las setempat tidak menunjukkan tanda-tanda leleh atau terbakarnya logam dasar. Logam dasar ~~ini~~ tidak boleh terbuka, pada saat bagian yang berdekatan dengan bidang kontak elektroda dibersihkan dengan sikat kawat. Perubahan warna pada permukaan las setempat tidak menjadi alasan penolakan.

6.4.3 Peralatan las harus dalam keadaan baik sebelum digunakan dan kualifikasinya ~~ini~~ harus diperiksa sebelum setiap tahap pekerjaan dan bila terdapat perubahan tebal lembaran, seperti dijelaskan pada Lampiran A1. Apabila penggunaan peralatan dengan penyetelan yang disetujui tidak menghasilkan pengelasan yang memuaskan. Pekerjaan harus dihentikan sampai penyetelan alat tersebut telah memadai.

6.5 Sambungan pengunci spiral

Sambungan pengunci pada pipa Tipe I, harus dibentuk pada bagian yang bersinggungan dari profil gelombang dengan pusat yang berdekatan dengan sumbu netral profil gelombang. Sambungan pengunci pada pipa Tipe I A harus pada lembah gelombang dengan jarak antara tidak lebih dari 760 mm, dan harus dibentuk pada pelat luar dan pelat dalam yang rata, dengan cara yang sama seperti sambungan pengunci spiral pipa Tipe I. Sambungan pengunci pada pipa tipe IR harus dibentuk pada bagian yang datar dari dinding pipa, yaitu pertengahan antara 2 (dua) rusuk.

6.5.1 Lapis lebih (*lap*) ujung lembaran pada penampang melintang sambungan pengunci minimum 4 mm untuk pipa berdiameter 250 mm atau lebih kecil dan minimum 7,9 mm untuk pipa berdiameter lebih besar dari 250 mm dengan toleransi yang diizinkan 10% dari lebar lapis lebih. Permukaan dengan lipatan 180^0 (sesuai dengan AASHTO T 249), sebesar tebal lembaran pada satu sisi sambungan pengunci atau satu setengah tebal lembaran pada kedua sisi sambungan pengunci, tergantung pilihan pabrikan . Tidak boleh terdapat retakan yang terlihat secara visual pada logam, renggang antara logam, atau ketidak rataan pada bagian dalam dari lipatan logam 180° pada akhir pekerjaan sambungan pengunci.

6.5.2 Benda uji dari pipa hasil produksi dipotong secara tegak lurus dan melintang terhadap sambungan pengunci, harus mempunyai kuat tarik seperti ditunjukkan pada Tabel 5, bila diuji sesuai dengan AASHTO T 249. Untuk pipa tipe IA, kekuatan sambungan pengunci harus seperti yang ditabulasikan berdasarkan ketebalan cangkang yang bergelombang.

Tabel 5 - Kekuatan tarik sambungan pengunci

Tebal Pelat,[a] (mm)	Kekuatan Tarik Minimum Sambungan Pengunci, per Satuan Panjang, (kN/m)

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

1,02	30
1,32	42
1,63	60
2,01	91
2,77	122
3,50	154
4,27	210

[a]Untuk pipa Tipe IA, ketebalan harus dari cangkang bergelombang.

6.5.3 Apabila ujung sambungan pengunci pipa gelombang bentuk spiral telah dicanai ulang menjadi gelombang berbentuk cincin, dengan atau tanpa ujung yang melebar; pada sambungan pengunci yang dicanai ulang tidak boleh ada retak-retak yang terlihat pada logam dasar dan kuat tarik sambungan pengunci tidak boleh kurang dari 60% terhadap persyaratan pada 6.5.2.

6.6 Sambungan spiral dengan las menerus

Sambungan harus sejajar dengan gelombang dan dilas menerus sepanjang pipa. Pengelasan harus dikerjakan dengan peralatan yang mempunyai ketahanan sangat tinggi. Sambungan harus dilas sedemikian sehingga menghasilkan kekuatan pipa yang penuh dan tidak mempengaruhi bentuk atau diameter nominal pipa. Sambungan yang dilas harus dikendalikan sehingga gabungan lebar las dan lebar lapisan yang terbakar akibat las tidak boleh melebihi 3 kali tebal logam. Kerusakan di luar lebar ini harus diperbaiki sesuai dengan 10. Pabrikan harus menjamin bahwa pengelasan telah diuji dan memberikan hasil yang memuaskan.

6.6.1 Sambungan las menerus harus diuji sesuai dengan prosedur *cup test* pada AASHTO T 241. Sambungan las ini dapat diterima bila jumlah panjang retak atau cacat lainnya pada setiap sisi tidak lebih dari 6,5 mm, didasarkan pada hasil pengujian kedua bila pengujian pertama memperlihatkan cacat-cacat lebih besar. Apabila terjadi pertentangan antara pengguna dan pabrikan, maka ketentuan pengujian pembanding (*referee test*) pada AASHTO T 241 harus diterapkan.

6.6.1.1 Pengujian sambungan las menerus harus dilakukan sebagai berikut:

6.6.1.2 Potongan pipa dengan panjang 7,3 m atau kurang harus diuji pada salah satu ujung tiap potongan pipa, biasanya pada ujung yang lemah.

6.6.1.3 Apabila potongan pipa yang berdiameter lebih dari 1 200 mm dengan panjang 7,3 m atau kurang ditolak, maka potongan pipa berikutnya harus diuji pada kedua ujungnya. Bila hasil pengujian salah satu ujungnya tidak memenuhi maka potongan pipa harus ditolak.

6.6.1.4 Potongan pipa dengan panjang lebih dari 7,3 m harus diuji pada setiap ujung setiap potongan pipa. Apabila salah satu ujung tidak memenuhi, maka potongan pipa tersebut harus ditolak.

6.6.2 Ketentuan pengujian pengendalian mutu pada 6.6.1 tidak berlaku untuk pipa yang ujung-ujungnya telah dibentuk ulang menjadi gelombang bentuk cincin. Produsen harus tetap melakukan penilaian visual terhadap mutu pengelasan setelah proses pembentukan ulang dan setiap terdapat indikasi kerusakan pengelasan dan logam dasar, yang dapat menyebabkan penolakan pipa.

6.6.3 Setiap indikasi retak, terkelupas, atau pengelasan yang kurang sempurna yang ditemukan melalui pengamatan visual akan menjadi alasan untuk penolakan, kecuali dilakukan perbaikan. Pabrikan dapat mengganti potongan pipa yang rusak atau memperbaiki kerusakan dengan sambungan yang dilas secara otomatis. Pipa yang diganti atau diperbaiki harus memenuhi persyaratan pada 6.6 . Apabila perbaikan dilakukan dalam rentang 400 mm dari ujung pipa, pengujian harus dilakukan pada bagian yang diperbaiki dan pada bagian yang berbatasan langsung pengelasan secara otomatis. Apabila salah satu hasil pengujian tidak memenuhi persyaratan pada 6.6.1. maka pipa harus ditolak.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

6.7 Penyelesaian akhir

6.7.1 Untuk mempermudah penyambungan di lapangan, ujung pipa dengan gelombang bentuk spiral atau dengan rusuk dapat dibentuk ulang menjadi gelombang bentuk cincin yang mencakup paling sedikit dua gelombang dari ujung pipa, atau menjadi flens (*flange*) terbalik sesuai dengan ketentuan pada 6.7.2, atau keduanya. Diameter ujung tidak boleh melebihi diameter pipa sebesar tinggi gelombang. Semua tipe ujung pipa, dibentuk kembali atau tidak, harus pas dalam sambungan sehingga perbedaan maksimum diameter pada pertemuan ujung pipa sebesar 13 mm.

6.7.1.1 Apabila pipa dengan gelombang spiral atau dengan rusuk dibentuk ulang menjadi gelombang cincin pada ujung-ujungnya, biasanya ukuran gelombang cincin adalah (68 x 13) mm.

6.7.2 Apabila pada ujung pipa dibentuk flens untuk mempermudah penyambungan di lapangan, lebar flens harus seragam dan tidak kurang dari 13 mm, serta berbentuk persegi terhadap sumbu memanjang pipa.

6.7.3 Ujung semua pipa yang akan menjadi tempat masuk dan keluar pada gorong-gorong yang dibuat dari lembaran dengan tebal nominal 2,01 mm atau kurang, harus diperkuat dengan cara yang disetujui oleh pengguna.

7 Persyaratan pipa

7.1 Pipa tipe I, tipe IA dan tipe IR

7.1.1 Ukuran pipa

Diameter nominal pipa harus seperti yang ditentukan dalam pesanan, dipilih dari ukuran yang tercantum dalam Tabel 6. Ukuran gelombang yang standar untuk setiap ukuran pipa juga ditunjukkan dalam Tabel 6. Diameter dalam rata-rata dari pipa bulat dan pipa yang akan dibentuk kembali menjadi pipa lengkung tidak boleh bervariasi lebih dari 1% atau 1,3 mm (gunakan yang lebih besar) terhadap diameter nominal bila diukur pada puncak dalam gelombang untuk pipa tipe I, atau sisi dalam pelat yang rata untuk pipa tipe IA, atau permukaan dalam untuk pipa tipe IR. Sebagai alternatif, untuk pipa dengan gelombang bentuk cincin, kesesuaian dengan persyaratan diameter dalam dapat ditentukan dengan mengukur keliling luar dengan -nilai minimum seperti pada Tabel 6.

CATATAN 5 - Keliling luar pipa bergelombang bentuk spiral dipengaruhi oleh ukuran gelombang dan sudut gelombang, yang berpengaruh pada jumlah gelombang melintang, karena itu ukuran minimum tidak dapat ditentukan.

7.1.2 Tebal lembaran

Pengguna harus menetapkan tebal lembaran sesuai dengan tebal lembaran dalam Tabel 7 (CATATAN 6 dan 7). Untuk pipa Tipe I A, tebal pelat luar yang bergelombang maupun pelat dalam yang rata harus ditetapkan sebagai berikut; tebal dari pelat bergelombang tidak boleh kurang dari 60% tebal yang ditetapkan untuk pipa Tipe I yang ekivalen; pelat yang rata harus mempunyai tebal nominal minimum 1,02 mm; tebal total pelat bergelombang dan pelat yang rata harus sama atau lebih dari tebal yang ditetapkan untuk pipa gelombang yang ekivalen, sesuai ketentuan dalam *AASHTO Standard Specification for Highway Bridges.*

Tabel 6 - Ukuran-ukuran pipa

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Diameter Dalam Nominal, (mm)	Ukuran Gelombang[a]				Pipa Berusuk			Keliling Luar Minimum,[c] (mm)
	38 x 6.5 (mm)	68 x 13 (mm)	75 x 25 (mm)	125 x 25 (mm)	19 x 19 x 190 (mm[b])	19 x 25 x 292 (mm)	19 x 25 x 216 (mm)	
100	X							264
150	X							441
200	X							598
250	X							755
300	X	X						912
375	X	X						1148
450	X	X			X	X	X	1383
500		X			X	X	X	1620
600		X			X	X	X	1854
675		X			X	X	X	2091
750		X			X	X	X	2483
825		X			X	X	X	2561
900		X	X	X	X	X	X	2797
1050		X	X	X	X	X	X	3269
1200		X	X	X	X	X	X	3739
1350		X	X	X	X	X	X	4209
1500		X	X	X	X	X	X	4675
1650		X	X	X	X	X	X	5142
1800		X	X	X	X	X	X	5609
1950		X	X	X	X	X	X	6075
2100		X	X	X	X	X	X	6542
2250			X	X	X	X	X	7008
2400			X	X	X	X	X	7475
2550			X	X	X	X	X	7941
2700			X	X	X	X	X	8408
2850			X	X	X		X	8874
3000			X	X	X		X	9341
3150			X	X			X	9807
3300			X	X			X	10274
3450			X	X			X	10740
3600			X	X			X	11207

[a] "X" menunjukkan ukuran gelombang standar untuk setiap diameter nominal pipa.
[b] Ukuran rusuk 19 x 19 x 190 mm dan 19 x 25 x 292 mm.
[c] Diukur pada lembah gelombang berbentuk. Tidak berlaku untuk pipa gelombang bentuk spiral.

Tabel 7 - Tebal lembaran baja dengan lapisan logam

Tebal, (mm)	Spesifikasi desain				A 929M Zn-5 Al-MM, Lapis Campuran	A 929M AlTI, Lapis Aluminium
	M218, Lapis Seng	M274 AlT2, Lapis Aluminium	M 289, 55 persen Lapis Campuran Aliminium-Seng	A 885, Lapis Seng dan Serat Aramid		
1.02	X		X		X	
1.32	X	X	X		X	X
1.63	X	X	X	X	X	X
2.01	X	X	X	X	X	X
2.77	X	X	X	X	X	X
3.51	X	X	X	X	X	X
4.27	X			X	X	

[a] "X" menunjukkan tebal lembaran termasuk jenis lapisan yang digunakan.

CATATAN 6 - Tebal lembaran yang ditunjukkan pada Tabel 7 adalah ketebalan yang tersedia dalam AASHTO M 218, M 274, M 289, ASTM A 885 dan ASTM A 929M untuk lembaran berlapis komposit seng dan serat aramid.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

CATATAN 7 - Pengguna harus menentukan tebal yang diperlukan untuk setiap tipe pipa yang dijelaskan pada 4.1.1 sampai 4.1.6 sesuai dengan kriteria desain dalam AASHTO *Standard Specification for Highway Bridges*, *Division 1, Section 12* atau pedoman lain yang sesuai

7.1.3 Apabila ditentukan oleh pengguna, pipa hasil produksi dapat diperpanjang di pabrik sesuai ketentuan. Perpanjangan harus menggunakan peralatan mekanis yang akan menghasilkan deformasi seragam sepanjang penampang pipa.

7.2 Pipa tipe II , tipe IIA dan tipe IIR

7.2.1 Ukuran pipa lengkung.

Pipa tipe II, tipe IIA, atau tipe IIR harus dibuat masing-masing dari pipa tipe I, tipe IA atau IR ; dan pipa harus dibentuk ulang menjadi bentuk lengkung. Pipa Tipe II, IIA, IIR masing-masing harus memenuhi semua ketentuan untuk pipa Tipe I, IA, dan IR. Lengkungan pipa harus mengikuti persyaratan ukuran pada Tabel 8, 9, 10 atau 11. Semua ukuran harus diukur dari bagian puncak sebelah dalam gelombang untuk pipa Tipe II atau dari sisi dalam pelat rata untuk tipe IIA, atau dari permukaan dalam untuk pipa Tipe IIR.

7.2.2 Sambungan memanjang.

Sambungan memanjang dengan paku keling atau las setempat pada pipa lengkung tidak boleh ditempatkan di bagian sudut lengkungan.

7.3 Pipa tipe III

7.3.1 Pipa tipe III harus mempunyai penampang melintang lingkaran penuh dan harus memenuhi ketentuan untuk pipa Tipe I dan sebagai tambahan harus mempunyai lubang-lubang sesuai salah satu kelas yang diuraikan dalam 7.3.2.

Tabel 8 - Persyaratan pipa lengkung dengan gelombang 68 mm x 13 mm

Ukuran pipa lengkung (mm)	Diameter Ekivalen, (mm)	Panjang,[a] (mm)	Tinggi,[a] (mm)	Jari-jari Sudut Minimum, (mm)	Maksimum B,[b] (mm)
430 x 330	375	430	330	75	135
530 x 380	450	530	380	75	155
610 x 460	525	610	460	75	185
710 x 510	600	710	510	75	205
780 x 560	675	780	560	75	225
885 x 610	750	870	630	75	240
970 x 690	825	970	690	75	255
1060 x 740	900	1060	740	90	265
1240 x 840	1050	1240	840	100	290
1440 x 970	1200	1440	970	130	45
1620 x 1100	1350	1620	1100	155	380

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

1800 x 1200	1500	1800	1200	180	420
1950 x 1320	1650	1950	1320	205	460
2100 x 1450	1800	2100	1450	230	510

[a]A Toleransi 25 mm atau 2% dari diameter ekivalen, mana yang lebih besar, diperbolehkan untuk *span* dan *rise*.

[b] B didefinisikan sebagai dimensi vertikal dari garis horizontal dari bagian terlebar lengkung ke bagian terendah dari dasar.

Tabel 9 - Persyaratan pipa lengkung dengan gelombang 75 mm x 25 mm atau 125 mm x 25 mm

Ukuran pipa lengkung (mm)	Diameter Ekivalen, (mm)	Panjang,[a] (mm)	Tinggi,[a] (mm)	Jari-jari Sudut Minimum, (mm)
1010 x 790	900	1010 – 45	790 + 45	130
1160 x 920	1050	1160 – 55	920 + 55	155
1340 x 1050	1200	1340 – 60	1050 + 60	180
1520 x 1170	1350	1520 – 70	1170 + 70	205
1670 x 1300	1500	1670 – 75	1300 + 75	230
1850 x 1400	1650	1850 – 85	1400 + 85	305

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Tabel 9 – (lanjutan)

Ukuran pipa lengkung (mm)	Diameter Ekivalen, (mm)	Panjang,[a] (mm)	Tinggi,[a] (mm)	Jari-jari Sudut Minimum, (mm)
2050 x 1500	1800	2050 – 95	1500 + 95	355
2200 x 1620	1950	2200 – 110	1620 + 110	410
2400 x 1720	2100	2400 – 120	1720 + 120	410
2600 x 1820	2250	2600 – 130	1820 + 145	460
2840 x 1920	2400	2840 – 145	1920 + 145	480
2970 x 2020	2550	2970 – 150	2020 + 150	480
3240 x 2120	2700	3240 – 165	2120 + 165	480
3470 x 2200	2850	3470 – 175	2220 + 175	480
3600 x 2320	3000	3600 – 180	2320 + 180	480

[a] Angka negatif dan positif pada dimensi *span* dan *rise* merupakan toleransi, tidak ada toleransi dalam arah yang berlawanan.

Tabel 10 - Persyaratan pipa lengkung bergelombang dengan rusuk 19 mm x 19 mm x 190 mm

Ukuran pipa lengkung (mm)	Diameter Ekivalen, (mm)	Panjang,[a] (mm)	Tinggi,[a] (mm)	Jari-jari Sudut Minimum, (mm)
500 x 410	450	500 – 25	410 + 25	130
580 x 490	525	580 – 25	490 + 25	130
680 x 540	600	680 – 40	540 + 40	130
750 x 620	675	750 – 40	620 + 40	130
830 x 670	750	830 – 40	670 + 40	130
900 x 750	825	900 – 45	750 + 45	130
1010 x 790	900	1010 – 45	790 + 45	130
1160 x 920	1050	1160 – 55	920 + 55	155
1340 x 1050	1200	1340 – 60	1050 + 60	180
1520 x 1170	1350	1520 – 70	1170 + 70	205
1670 x 1300	1500	1670 – 75	1300 + 75	230
1850 x 1400	1650	1850 – 85	1400 + 85	305
2050 x 1500	1800	2050 – 90	1500 + 90	355
2200 x 1620	1950	2200 – 100	1620 + 100	355
2400 x 1720	2100	2400 – 105	1720 + 105	410
2600 x 1820	2250	2600 – 115	1820 + 115	410
2840 x 1920	2400	2840 – 120	1880 + 120	450
2920 x 1980	2550	2920 – 130	1980 + 130	450

[a] Angka negatif dan positif pada dimensi *span* dan *rise* merupakan toleransi, tidak ada toleransi dalam arah yang berlawanan.

Tabel 11 - Persyaratan pipa lengkung bergelombang dengan rusuk 19 mm x 25 mm x 292 mm

Ukuran pipa lengkung (mm)	Diameter Ekivalen, (mm)	Panjang,[a] (mm)	Tinggi,[a] (mm)	Jari-jari Sudut Minimum, (mm)
500 x 410	450	500 – 25	410 + 25	130
580 x 490	525	580 – 25	490 + 25	130
680 x 540	600	680 – 40	540 + 40	130
750 x 620	675	750 – 40	620 + 40	130

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Tabel 12 – (lanjutan)

Ukuran pipa lengkung (mm)	Diameter Ekivalen, (mm)	Panjang,[a] (mm)	Tinggi,[a] (mm)	Jari-jari Sudut Minimum, (mm)
830 x 670	750	830 – 40	670 + 40	130
900 x 750	825	900 – 45	750 + 45	130
1010 x 790	900	1010 – 45	790 + 45	130
1160 x 920	1050	1160 – 55	920 + 55	155
1340 x 1050	1200	1340 – 60	1050 + 60	180
1520 x 1170	1350	1520 – 70	1170 + 70	205
1670 x 1300	1500	1670 – 75	1300 + 75	230
1850 x 1400	1650	1850 – 85	1400 + 85	305
2050 x 1500	1800	2050 – 95	1500 + 95	355

[a] Angka negatif dan positif pada dimensi *span* dan *rise* merupakan toleransi, tidak ada toleransi dalam arah yang berlawanan.

7.3.2 Lubang-lubang (perforasi)

Lubang-lubang harus mengikuti ketentuan untuk kelas 1 kecuali ditentukan lain. Lubang-lubang kelas 1 adalah untuk pipa yang akan digunakan untuk saluran drainase bawah permukaan. Lubang-lubang kelas 2 dan kelas 3 adalah untuk pipa yang akan digunakan untuk saluran pembuangan air limbah bawah permukaan, tetapi pipa dengan lubang kelas 2 dan kelas 3 dapat juga digunakan untuk saluran drainase bawah permukaan.

7.3.2.1 Lubang lubang kelas I

Lubang mendekati bentuk melingkar dan dipotong rapih. Lubang memiliki diameter nominal minimum 4,8 mm dan maksimum 9,5 mm serta harus diatur dalam barisan yang sejajar dengan sumbu pipa. Lubang-lubang harus ditempatkan puncak sebelah dalam atau sepanjang sumbu netral gelombang, dengan satu lubang dalam setiap baris untuk tiap gelombang. Pipa-pipa yang disambung dengan pelat kopel atau pelat pengikat boleh tidak berlubang dalam jarak 100 mm dari tiap ujung pipa. Barisan (deretan) lubang-lubang harus diatur dalam dua kelompok yang sama yang ditempatkan simetris pada tiap sisi dari bagian bawah segmen yang tidak berlubang sesuai garis aliran pipa. Jarak baris harus seragam. Jarak antara sumbu baris minimum 25 mm. Jumlah minimum baris lubang arah memanjang, tinggi maksimum garis tengah baris teratas, dan panjang bagian dalam dari segmen yang tidak berlubang ditunjukkan dalam gambar I, dan harus memenuhi ketentuan Tabel 12.

CATATAN 8 - Pipa dengan lubang kelas I umumnya tersedia dalam diameter 100 sampai dengan 525 mm, walaupun pipa berlubang dengan diameter yang lebih besar mungkin juga ada.

7.3.2.2 Lubang-lubang kelas 2

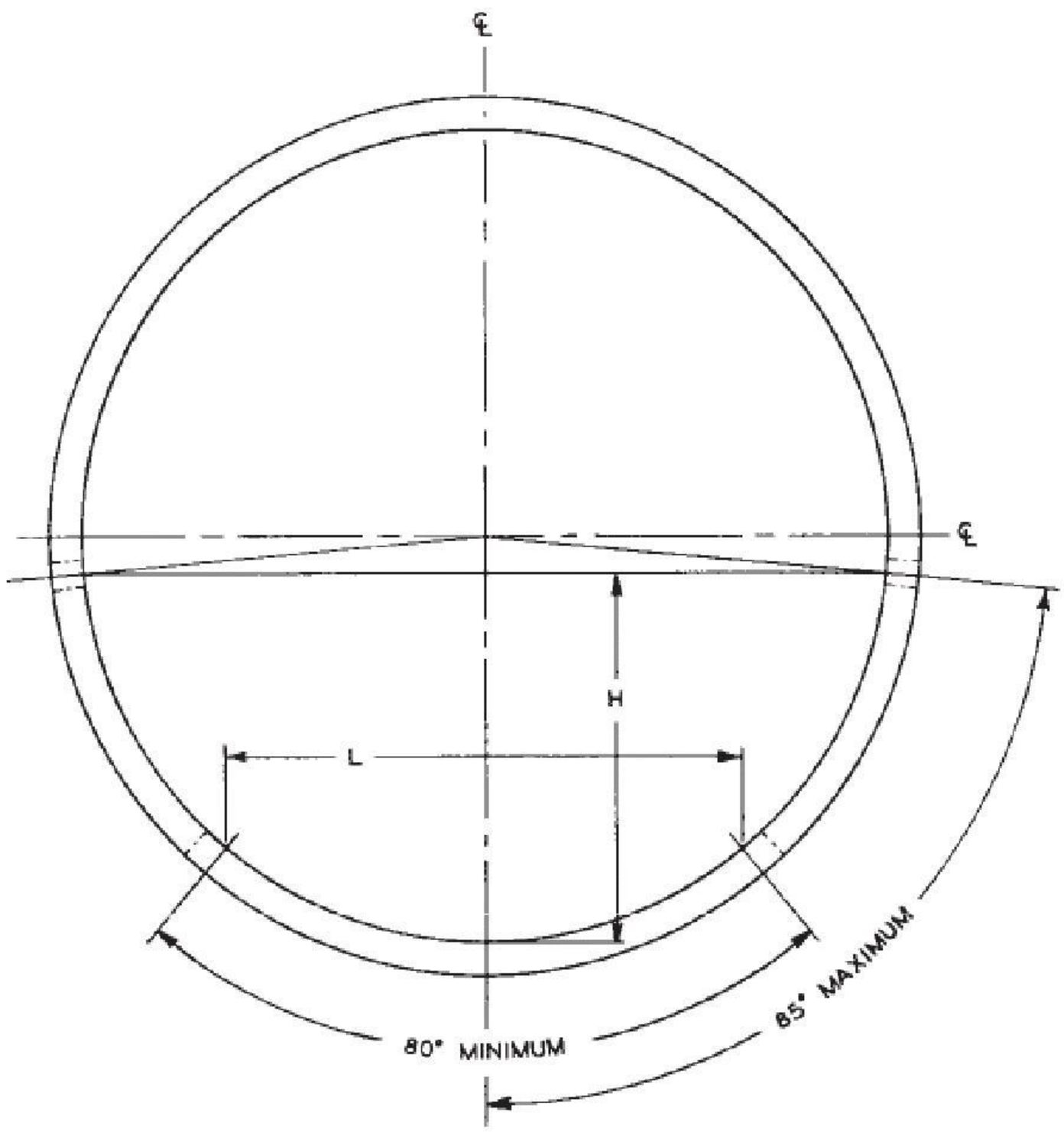
Lubang-lubang pipa harus berbentuk lingkaran dengan diameter nominal 8,0 sampai 9,5 mm atau lubang persegi dengan lebar nominal 4,8 sampai 8,0 mm dan panjang maksimum 13 mm. Lubang-lubang harus berjarak seragam di sekeliling pipa. Lubang-lubang harus mempunyai luas bukaan minimum 230 cm^2 untuk setiap meter persegi luas permukaan pipa.

CATATAN 9 - lubang dengan diameter 9,5 mm sebanyak 323 buah per meter persegi permukaan pipa memenuhi persyaratan ini.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

7.3.2.3 Lubang-lubang kelas 3

Lubang-lubang pipa harus berbentuk persegi dengan lebar (2,5 ± 1,0) mm dan panjang (25 ± 6,5) mm, dengan jarak pusat ke pusat lubang 45 sampai 65 mm sekeliling pipa dan selang seling pada puncak bagian luar gelombang pipa. Tidak boleh ada bagian logam yang hilang dalam pembuatan lubang. Lubang harus dibuat dari sebelah dalam pipa.



Gambar 1 - Persyaratan lubang

Tabel 13 - Barisan lubang, tinggi (H) garis tengah barisan yang teratas dan panjang (L) bagian yang tidak berlubang, untuk lubang kelas 1

Diameter Dalam Pipa, (mm)	Barisan Lubang[a]	H, maksimum,[b] (mm)	L, minimum,[b] (mm)
100	2	46	64
150	4	69	96
200	4	92	128
250	4	115	160
300	6[c]	138	192
375	6[c]	172	240
450	6[c]	207	288
525	6	241	336
600 dan lebih besar	8	[d]	[d]

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Aksessni dan tidak untuk dikomersilkan"

[a] Jumlah baris minimum. Jumlah baris yang lebih besar untuk daerah masukan yang diperluas tergantung pada kesepakatan antara pengguna dan pabrikan. Perhatikan bahwa jumlah lubang per satuan panjang di setiap baris (dan daerah inlet) tergantung pada gelombang.
[b] Lihat Gambar 1 untuk lokasi besaran H dan L.
[c] Minimal 4 baris diizinkan untuk pipa dengan gelombang 38 x 6,5 mm.
[d] H(max) = 0,46D, L(min) = 0,64D, dimana D = diameter-dalam pipa (dalam mm atau inci).

7.4 Pipa tipe III A

Pipa tipe IIIA harus dibuat dengan bagian bawah berbentuk semi lingkaran yang tidak berlubang dengan bagian atas dari baja gelombang, keduanya dengan ketebalan nominal 1,32 mm atau lebih besar. Bagian bawah berbentuk semi lingkaran yang rata harus berdiameter sekitar 120 mm dan harus mempunyai kupingan menerus kearah luar sepanjang tiap sisi. Lembaran bagian atas yang bergelombang harus mempunyai lebar sekitar 160 mm termasuk *overhang* miring berukuran 19 mm pada tiap sisi dan harus terikat pada kupingan bagian bawah dalam *integral tabs* berjarak 90 mm dari sumbu ke sumbu. Penampang sebelah atas harus mempunyai gelombang kurang lebih 22 mm dari sumbu kesumbu dan ketinggian kurang lebih 8,00 mm.

7.5 Pipa yang dibuat dari lembaran berlapis komposit *zinc* dan serat aramid

Pipa yang telah dibuat dari lembaran berlapis komposit *zinc* dan serat aramid harus dilapisi dengan aspal seperti dijelaskan dalam AASHTO M190 , Tipe A, dilapisi aspal sepenuhnya. Apabila diinginkan lapisan yang rata sebagian atau penuh , maka harus ditentukan oleh pengguna. (Lihat 1.1.1 dan AASHTO M 190)

8 Sistem sambungan

8.1 Tipe sistem sambungan

Sistem sambungan harus dari jenis berikut, tergantung pada susunan pelat baja pengikat dengan pipa yang disambung. Jika diperlukan, sistem sambungan harus dilengkapi dengan paking datar, “O”-ring, atau profil. Gelombang pada bagian ujung pipa yang disambung harus memenuhi salah satu dari gelombang yang didetailkan dalam ASTM A796 /A 796M.

CATATAN 10 - Pelat pengikat diklasifikasikan berdasarkan kemampuannya dalam menahan geser, momen dan gaya tarik seperti dijelaskan dalam AASHTO *Standard Specification for Higway Bridges*, *Division II, Section 26* dan diidentifikasi sebagai “sambungan standard” dan “sambungan khusus”. Lima tipe pelat pengikat yang pertama yang dijelaskan pada 8.1 dan memenuhi persyaratan pada 8.2 diharapkan memenuhi persyaratan “sambungan standar”. Beberapa tipe juga mungkin memenuhi persyaratan untuk “sambungan khusus”, namun pemenuhan tersebut harus ditentukan berdasarkan analisis atau pengujian.

8.1.1 Pelat pengikat bergelombang

Berupa pelat pengikat bergelombang berbentuk cincin atau spiral. Bentuk gelombang pelat pengikat harus cocok dengan bagian pipa yang disambung atau dengan ujung-ujung berbentuk cincin yang dibentuk ulang dari bagian pipa tersebut.

8.1.2 Pelat pengikat bergelombang sebagian

“Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Berupa pelat pengikat datar dengan minimal satu gelombang yang dibentuk di sepanjang keliling tiap ujung pelat pengikat. Pelat Pengikat ini dimaksudkan untuk digunakan dengan pipa bergelombang spiral dengan ujung yang bentuk ulang ke ukuran gelombang 68 mm x 13 mm.

8.1.3 Pelat pengikat dengan tonjolan

Berupa pelat pengikat datar dengan tonjolan berbentuk seperti lesung, yang digunakan untuk menyambungkan pipa bergelombang spiral atau cincin. Pelat Pengikat harus dibentuk dengan tonjolan dalam baris melingkar dengan satu tonjolan untuk setiap gelombang pipa bergelombang berbentuk spiral . Pelat Pengikat dengan lebar 265 mm atau 300 mm harus memiliki dua baris melingkar berisi tonjolan, dan pengikat dengan lebar 415 mm atau 560 mm harus memiliki empat baris melingkar berisi tonjolan.

8.1.4 Pelat pengikat beralur

Pelat Pengikat beralur yang bersama dengan konektor dibentuk menjadi alur hanya digunakan pada pipa dengan flens terbalik pada ujung pipa. Pelat Pengikat beralur harus sesuai dengan persyaratan 8.3.3.

8.1.5 Pelat pengikat datar

Apabila ditentukan oleh pengguna, pelat pengikat datar harus digunakan pada pipa dengan ujung bergelombang spiral, pipa bergelombang cincin, atau pipa bergelobang spiral yang ujungnya telah dibentuk ulang menjadi gelombang cincin.

8.1.6 Penjepit berlengan (*sleeve couplers*)

Apablia ditetapkan oleh pengguna, sistem sambungan harus dilengkapi dengan penjepit (*coupler*) tipe tekan (*push on*) yang dirancang untuk menghasilkan permukaan yang tepat dengan permukaan pipa yang disambung. Penjepit berlengan umumnya tidak memiliki perangkat eksternal untuk pengencangan di sekeliling pipa. Penjepit berlengan harus dilengkapi perangkat untuk proses *centering* sehingga panjang bagian penjepit akan sama pada kedua pipa yang disambung. Penjepit berlengan untuk pipa berdiameter kurang dari 300 mm harus memiliki kedalaman tusukan minimum 75 mm. Untuk pipa berdiameter 300 mm sampai 1050 mm, kedalaman tusukan minimum 150 mm. apabila penjepit berlengan digunakan pada pipa selain Tipe III atau Tipe IIIA, harus digunakan pipa dengan ujung berbentuk gelombang cincin atau yang dibentuk ulang. Penjepit berlengan tidak dimaksudkan untuk pipa berdiameter lebih besar dari 1050 mm.

8.1.7 *Bell* dan *spigot*

Susunan *bell* dan *spigot* menggabungkan *bell* yang dipasang dipabrik secara permanen pada salah satu ujung pipa dengan ujung yang lain pipa yang berfungsi sebagai *spigot*. *Bell* di hubungkan ke pipa dengan pengelasan atau dengan pengencang mekanik. Ketebalan baja *bell* harus memenuhi persyaratan pada 8.3.1. susunan *Bell* dan *spigot* akan diklasifikasikan sesuai dengan 8.2. Ujung pipa yang berfungsi sebagai *spigot* harus dibentuk ulang atau mempunyai bentuk gelombang cincin untuk memungkinkan penempatan paking

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

jika diperlukan. *Bell* harus memberikan kedalaman tusukan minimal 150 mm, atau 8% dari diameter pipa, mana yang lebih besar.

8.1.8 Rancangan khusus

Sistem penyambungan yang lain yang memenuhi persyaratan 8.3, 8.4 (jika dikehendaki), dan 8,5 (jika dikehendaki), dan ditentukan oleh pengguna, harus digunakan pada pekerjaan yang telah ditentukan.

8.2 Sistem sambungan, arti dan kegunaan

Sistem sambungan diklasifikasikan sebagai sambungan standar atau dengan paking, berdasarkan kemampuan sistem untuk mengendalikan resapan ke dalam (infiltrasi) dan/atau resapan ke luar (eksfiltrasi). Klasifikasi sistem standar dan paking tercakup dalam 9.2.1 dan 9.2.2. Apabila kondisi pekerjaan di dekat pipa sedemikian sehingga pergerakan atau penurunan yang berbeda akan terjadi pada sambungan, sistem sambungan harus memiliki persyaratan struktural yang sesuai dengan 9.4.

8.2.1 Sistem standar

8.2.1.1 Sistem sambungan standar pada pipa baja bergelombang dimaksudkan untuk mengontrol infiltrasi tanah ke dalam pipa. Sistem sambungan standar digunakan dalam sebagian besar instalasi pipa baja bergelombang. Gradasi dan plastisitas material urugan di sekitar pipa merupakan faktor penting dalam pemilihan sistem sambungan. Semakin besar konsentrasi partikel yang sangat halus, seperti lanau yang lolos ayakan 75 μm, maka akan semakin besar kemungkinan infiltrasi tanah. Selain itu, ketika muka air tanah di atas pipa atau pada saat urugan jenuh air dan tinggi aliran dalam pipa bervariasi dengan cepat, maka kemungkinan terjadinya infiltrasi tanah akan semakin besar.

8.2.1.2 Pelat pengikat luar (*external bands*)

Pelat Pengikat luar yang sesuai dengan 8.1.1 sampai 8.1.3, atau 8.1.5, bila digunakan dengan pipa dengan gelombang berbentuk cincin atau dengan pipa dengan gelombang berbentuk spiral yang ujungnya dibentuk ulang, umumnya memberikan pengendalian yang memadai terhadap infiltrasi partikel tanah. Jika terpasang dengan benar, pengikat ini memberikan kontak logam dengan logam yang menerus di sekeliling lingkaran pipa. Apabila pelat pengikat ini tidak memberikan kontrol infiltrasi tanah yang cukup, geotekstil yang membungkus sekeliling sistem sambungan dan pipa yang berdekatan akan menghambat pergerakan lumpur dan partikel tanah yang lebih besar ke dalam pipa.

8.2.2 Sistem paking

8.2.2.1 Sistem sambungan dengan paking digunakan untuk membatasi aliran air dari bagian dalam pipa ke tanah urugan, untuk membatasi air tanah ke dalam pipa, dan bila perlu, untuk memberikan pengendalian lebih lanjut terhadap infiltrasi partikel tanah. Sistem sambungan seperti yang dijelaskan dalam 8.1.4, 8.1.6, 8.1.7, memerlukan paking agar dapat mengendalikan infiltrasi partikel tanah, kecuali untuk pipa yang digunakan dalam aplikasi drainase bawah tanah. Paking yang digunakan dalam semua sistem sambungan harus sesuai dengan persyaratan dalam 6.5 dan 8.5.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

8.2.2.2 Pada lokasi yang mungkin terjadi infiltrasi air yang berlebihan atau pada pipa yang akan mengalirkan polutan berbahaya, diperlukan sistem sambungan dengan paking. Dalam kasus ini, sistem sambungan harus diuji untuk menghasilkan tingkat kebocoran yang tidak melebihi 18,5 Liter per milimeter diameter per kilometer per hari, tanpa tekanan pada pipa atau sistem sambungan. Sistem sambungan harus diuji di pabrik atau di laboratorium, pada pipa yang lurus. Pengujian harus disaksikan dan disertifikasi oleh laboratorium yang disetujui.

8.3 Persyaratan

Sistem sambungan harus dibuat dengan cara yang dapat memastikan bahwa pelat pengikat atau penjepit mengikat setiap bagian pipa dengan panjang yang sama. Sistem sambungan harus dibuat sedemikian sehingga pemasangan yang tepat akan menghasilkan kinerja sesuai dengan 8.2.1 atau 8.2.2 seperti yang diperlukan untuk pekerjaan tersebut.

8.3.1 Ketebalan dan lebar pelat pengikat, penjepit berlengan, atau *bell*

Pelat pengikat, penjepit berlengan, atau *bell* harus cukup kuat untuk menahan gaya yang harus dipikulnya. Tabel 13 memberikan persyaratan ketebalan baja minimum untuk pelat pengikat, penjepit berlengan, atau *bell* berdasarkan ketebalan baja pipa yang disambung. Tabel 13 tidak berlaku untuk pelat pengikat dengan alur, yang diatur dalam 8.3.3. Lebar pelat pengikat (8.1.1 sampai 8.1.3, dan 8.1.5) harus lebih besar atau sama dengan lebar minimum yang ditunjukkan pada Tabel 14 dan Tabel 15.

Tabel 14 - Tebal pelat pengikat, penjepit berlengan, atau bell[a,b]

Ketebalan Nominal Pipa (mm)	Ketebalan Nominal Pelat Pengikat Minimal (mm)
2.77 dan lebih tipis	1.32
3.51	1.63
4.27	2.01

[a] untuk pipa bergelombang cincin atau pipa bergelombang spiral dengan ujung yang dibentuk ulang menjadi bergelombang cincin ukuran 68 mm x 13 mm.

[b] Berlaku untuk system sambungan sesuai ketentuan pada 9.1.1-9.1.3, 9.1.5, 9.1.7, dan 9.1.6 dan,apabila ukuran penjepit 300 mm atau lebih besar dan terbuat dari baja.

CATATAN 11 - Pipa yang dikeling atau dilas setempat tidak kedap air, mempunyai celah-celah pada sambungan memanjang dan sambungan sekeliling pipa. Oleh Karena itu tipe tersebut tidak boleh digunakan bila kekedapan air menjadi penting, kecuali pipa dilapisi dengan bitumen sebelum pemasangan.

Tabel 15 - Persyaratan lebar pelat pengikat untuk pipa dengan ujung bergelombang cincin[a,b]

Diameter Nominal Pipa (mm)	Lebar Nominal pelat Pengikat (mm)
300 sampai 900	175
1050 sampai 3600	265

[a] untuk pipa bergelombang cincin atau pipa bergelombang spiral dengan ujung yang dibentuk ulang menjadi bergelombang cincin ukuran 68 mm x 13 mm.

[b] Berlaku untuk system sambungan sesuai ketentuan pada 8.1.1-8.1.3, dan 8.1.5.

Tabel 16 - Persyaratan lebar pelat pengikat untuk pipa bergelombang spiral

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Ukuran Nominal Gelombang (mm)	Diameter Nominal Pipa (mm)	Lebar Minimum pelat Pengikat (mm)
38 x 6.5	100 – 450	175
68 x 13	300 – 2100	300
75 x 25	900 – 3600	350
125 x 25	900 – 3600	550

CATATAN 1-Gelombang pelat pengikat harus sesuai dengan gelombang pipa
CATATAN 2-pelat Pengikat harus sentris pada pipa yang disambung
CATATAN 3-Berlaku untuk sistem sambungan sesuai pasal 8.1.1-8.1.3, dan 8.1.5.

8.3.2 Konektor (*connector*) pelat pengikat

Pelat Pengikat harus dihubungkan dengan cara yang disetujui oleh pengguna dengan perangkat yang telah digalvanis untuk memberikan daya tahan. Perangkat ini mencakup pelat bersudut (*angles*) dan flens (*flange*) yang dibentuk dan ditempelkan secara terpisah atau bersama-sama yang akan dihubungkan bersama-sama dengan baut yang digalvanis atau baut berlapis kadmium, batang-batang dan tali, kunci baji, dan tali atau pengait. Pelat Pengikat harus dihubungkan dengan baut sesuai dengan Tabel 16.

Tabel 17 - Ukuran baut untuk pelat pengikat

Diameter Pipa (mm)	Diameter Baut (mm)
450	M10
525	M12
Tipe III dan IIIA	M8

8.3.3 Pelat pengikat beralur

Bagian pipa yang dilengkapi dengan flens (*flange*) pada ujungnya akan dihubungkan dengan saling menguncinya flens dua pipa dengan pelat pengikat beralur atau pelat pengikat lainnya yang dilengkapi alur yang saling mengunci, dengan lebar minimum 19 mm. Kedalaman alur minimum 13 mm. Pelat Pengikat beralur harus memiliki ketebalan minimum 1,62 mm.

8.3.4 Penjepit berlengan

Penjepit berlengan untuk pipa dengan diameter kurang dari 300 mm harus terbuat dari baja dengan ketebalan minimum 1,02 mm. Ketebalan baja untuk ukuran pipa yang lebih besar harus sesuai dengan Tabel 13. Sebagai pilihan dapat digunakan lengan (*sleeve*) plastik dengan kekuatan yang memadai untuk menjaga alinyemen pipa yang sedang berfungsi dan memenuhi persyaratan dalam 8.2.1.

8.4 Persyaratan struktural

Sistem sambungan yang akan menerima beban akibat perbedaan gerakan tanah atau penurunan tanah memerlukan persyaratan struktural tertentu untuk menahan gaya yang terjadi. Nilai minimum untuk persyaratan struktural ditunjukkan pada Tabel 17. Nilai-nilai untuk sistem sambungan tersebut ditentukan dengan analisis rasional atau pengujian fisik yang sesuai.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Tabel 18 - Persyaratan struktural sistem sambungan penyambungan

Persyaratan	Nilai Minimum
Kuat Geser (% dari kekuatan barrel)	2
Kuat Momen (% dari kekuatan barrel)	5
Kuat Tarik	Tidak ada

8.4.1 Kekuatan geser

Kekuatan geser yang diperlukan oleh sistem sambungan dinyatakan sebagai persentase kekuatan geser pipa yang dihitung pada penampang tertentu di lokasi selain pada ujung yang telah dibentuk ulang.

8.4.2 Kekuatan momen

kekuatan momen yang diperlukan oleh sistem sambungan dinyatakan sebagai persentase kekuatan momen pipa yang dihitung pada penampang tertentu di lokasi selain pada ujung yang telah dibentuk ulang.

8.4.3 Kekuatan tarik

Apabila kekuatan tarik diperlukan untuk mengendalikan terlepasnya sambungan pada saluran yang miring dan pada aplikasi yang serupa, pelat pengikat bergelombang, bergelombang sebagian, atau beralur harus digunakan. Apabila terdapat persyaratan khusus, sistem sambungan harus mempunyai kekuatan tarik 22kN untuk pipa berdiameter 1050 mm atau kurang, dan 46 kN pipa berdiameter lebih besar.

8.5 Paking

Apabila infiltrasi dan eksfiltrasi dikhawatirkan terjadi, seperti dijelaskan pada 8.2.2 sistem sambungan harus menggunakan paking. Karet paking harus memenuhi persyaratan pada 5.7 dan harus berbentuk datar, “O” (cincin), atau bentuk profil. paking datar harus menerus atau memiliki sambungan-lebih dan mempunyai lebar kira-kira 18 mm serta ketebalan kira kira 9,5 mm. Paking bentuk “O” (cincin) harus mempunyai diameter 20 mm atau 22 mm untuk pipa berdiameter 900 mm atau kurang, dan diameter 22 mm untuk pipa berdiameter lebih besar, yang mempunyai ketinggian gelombang 13 mm. Paking bentuk “O” (cincin) harus mempunyai diameter 35 mm apabila digunakan pada pipa dengan ketinggian gelombang sebesar 25 mm atau lebih. Tipe paking yang lain, termasuk paking profil, dapat digunakan asal memenuhi persyaratan sistem sambungan.

8.6 Tipe lain pelat sambungan

Pelat sambungan atau perlengkapan pengencang jenis lain yang dinilai sama efektifnya seperti yang telah diuraikan sebelumnya, dan memenuhi kriteria kinerja sambungan seperti pada AASHTO *Specification for Highway Bridges Division II, Section 26*, boleh digunakan jika diizinkan oleh pengguna.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

9 Pengerjaan

Pipa yang sudah dikerjakan lengkap harus menunjukkan pengerjaan yang rapi dan teliti pada semua bagian. Pipa yang rusak, baik selama pembuatan atau dalam pengiriman dapat ditolak kecuali telah dilakukan perbaikan yang memuaskan pengguna, cacat-cacat berikut harus dianggap sebagai pengerjaan yang tidak sempurna :

- Penyimpangan terhadap garis sumbu lurus.
- Bentuk eliptis dari pipa yang seharusnya bundar.
- Ketidakrataan permukaan logam.
- Lapis logam yang lecet, rusak atau hancur
- Kurang kaku.
- Tanda yang seharusnya tidak ada pada lembaran pipa.
- Kekasaran atau kemiringan lembaran pada ujung.
- Sambungan lebih yang tidak sama pada pipa yang dikeling atau dilas setempat.
- Paku keling yang lepas, susunan dan jarak yang tidak beraturan .
- Cacat pada las setempat atau las menerus.
- Sambungan pengunci yang dibentuk kurang pas

10 Perbaikan kerusakan lapis pelindung

10.1 Apabila lapis logam pelindung pada pipa terbakar oleh pengelasan yang kondisinya melewati batasan-batasan yang dijelaskan pada 6.4.2 dan 6.6, atau terjadi kerusakan selama pembuatan atau pengangkatan maka harus diperbaiki. Perbaikan harus dilakukan sedemikian sehingga pipa yang telah dikerjakan lengkap menunjukkan pengerjaan yang teliti dan rapi pada semua bagian pipa. Pipa yang menurut pandangan pengguna masih belum dibersihkan atau dilapisi dengan memuaskan dapat ditolak. Jika pengguna memilih untuk mempertahankan pipa yang diperbaiki, perbaikan harus dilakukan dengan disaksikan oleh pengguna.

10.2 Perbaikan bagian yang rusak harus mengikuti ketentuan ASTMA 780 (Catatan 14), kecuali seperti diuraikan berikut ini. Bagian yang rusak harus dibersihkan sampai kelihatan logam aslinya,dengan penyemprotan (*blasting*), gerinda atau sikat kawat. Bagian yang dibersihkan harus mencakup minimal 13 mm ke dalam bagian lapis pelindung yang tidak rusak.. Bagian yang telah dibersihkan harus diberi lapisan pelindung dalam waktu 24 jam dan sebelum terjadi karat atau lekatan tanah.

CATATAN 12 - Walapun ASTM A780 secara khusus mengatur perbaikan kerusakan lapisan seng, prosedur yang sama juga dapat diterapkan untuk perbaikan lapis logam yang lain kecuali yang dijelaskan dalam bagian ini.

10.3 Lapis pelindung ZRP (*Zinc Rich Paint*)

ZRP sebagaimana dijelaskan dalam ASTM A780 harus diaplikasikan sampai mempunyai tebal kering minimal 0,13 mm di atas bagian yang rusak dan bagian sekitarnya yang telah dibersihkan. ZRP dapat digunakan untuk perbaikan semua jenis lapis logam pelindung; seng, aluminium, dan paduan seng aluminium.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

10.4 Lapis logam pelindung logam

Bagian yang rusak harus dibersihkan sesuai dengan 10.2. kecuali harus dibersihkan sampai kondisi mendekati putih. Lapisan perbaikan diaplikasikan pada bagian yang telah dibersihkan dan harus mempunyai ketebalan minimum 0,13 mm di atas bagian yang rusak dan berangsur berkurang sampai ketebalan nol pada ujung yang dibersihkan pada bagian yang tidak rusak

10.4.1 Apabila lapisan seng akan diperbaiki dengan lapis logam pelindung (*metallized*), , maka harus digunakan kawat seng yang mempunyai kadar seng minimum 99,98 %.

10.4.2 Apabila lapisan aluminium akan diperbaiki dengan lapis logam pelindung (*metallized*), maka harus digunakan kawat aluminium yang mempunyai kadar aluminium minimum 99 %.

10.4.3 Apabila lapisan paduan 55 persen aluminium-seng akan diperbaiki dengan lapis logam pelindung (*metallized*), maka harus digunakan bahan sesuai dengan 10.4.1 atau 10.4.2 atau menggunakan kawat paduan 55% aluminium dan 45% seng menurut perbandingan berat.

10.4.4 Apabila lapisan paduan Zn-5 Al-MM akan diperbaiki dengan lapis logam pelindung (*metallized*), maka harus digunakan bahan sesuai dengan 10.4.1 atau menggunakan kawat paduan 85% seng dan 15% aluminium menurut perbandingan berat.

10.5 Kerusakan lapisan komposit seng dan serat aramid akibat pengelasan selama pembuatan sambungan atau rusak selama penanganan atau pengiriman, harus diperbaiki sesuai dengan 10.2 sampai 10.4.

11 Pemeriksaan

11.1 Pengguna atau perwakilannya harus diijinkan masuk ke dalam pabrik untuk pemeriksaan dan semua fasilitas proses produksi harus ditunjukkan untuk keperluan pemeriksaan. Pemeriksaan ini harus mencakup pemeriksaan pipa untuk hal-hal yang dijelaskan pada 10.1 dan persyaratan khusus dari spesifikasi ini yang berlaku untuk tipe pipa dan metode fabrikasinya.

11.2 Untuk tujuan pemeriksaan, benda uji diambil secara acak untuk analisis kimia dan untuk pengukuran lapis logam pelindung. benda uji akan diambil dari pipa yang telah dibuat atau dari lembaran yang digunakan untuk membuat pipa. Berat lapis logam pelindung harus ditentukan sesuai dengan AASHTO T 65M/T 65 untuk seng, paduan 55 Al-Zn dan paduan Zn-5 Al-MM, serta AASHTO T 213M/ T 213 untuk aluminium.

12 Penolakan

Pipa yang tidak memenuhi ketentuan dalam spesifikasi ini atau menunjukkan kesalahan pengerjaan, dapat ditolak. Ketentuan ini tidak hanya diterapkan pada per batang pipa, tetapi untuk suatu pengiriman secara keseluruhan yang terdapat sejumlah pipa rusak. Apabila rata-rata kekurangan panjang pipa dari setiap pengiriman lebih besar dari 1%, pengiriman ini dapat ditolak.

13 Sertifikasi

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Apabila ditentukan dalam order penggunaan atau kontrak, sertifikasi produsen atau pabrikan atau keduanya, harus dilengkapi untuk pengguna, yang menyatakan bahwa benda uji yang mewakili tiap kelompok telah diuji dan diperiksa sesuai dengan spesifikasi ini dan telah memenuhi persyaratan material seperti yang dijelskan dalam order penggunaan. Jika ditentukan dalam order penggunaan, laporan hasil pengujian harus disampaikan kepada pengguna.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Lampiran A
(normatif)
Kualifikasi daya tahan peralatan las setempat

A.1 Kualifikasi daya tahan peralatan las setempat

A.1.1 Umum

Peralatan las harus memiliki kapasitas yang cukup, mulai dari desain dan dalam kondisi yang memungkinkan untuk menghasilkan hasil pengelasan kelas 1. Sebelum diijinkan untuk melakukan pengelasan pada pipa baja gelombang, daya tahan mesin las setempat dan prosedur pelaksanaanya harus memenuhi syarat pengujian yang dijelaskan dalam A.1.2. Pengujian harus dilakukan oleh bengkel pabrikan atau oleh laboratorium yang independen dan kompeten, tanpa biaya tambahan bagi pengguna. Uji kualifikasi yang dilakukan oleh bengkel pabrikan harus disaksikan oleh pengguna atau wakilnya.

A.12 Kualifikasi

Kualifikasi dilakukan dengan melakukan 3 uji tarik geser yang mewakili setiap ketebalan lembaran yang digunakan dalam membuat pipa. Benda uji disiapkan dengan membuat sambungan-lebih (*lap joint*) dua potongan lembaran baja gelombang dengan lebar minimum 38 mm dan panjang minimum 125 mm dan menyambungkan keduanya dengan satu las setempat, menyerupai ukuran yang akan digunakan dalam pembuatan pipa. Panjang sambungan-lebih 38 mm. Sumbu memanjang benda uji harus paralel dengan arah pembentukan. Benda uji kemudian ditarik sampai terputus menggunakan mesin uji tarik yang terkalibrasi. Kekuatan tarik minimum (dalam kN) yang ditentukan dari pengujian tersebut tidak boleh lebih kecil dari nilai yang ditunjukkan dalam Tabel A1.1 untuk ketebalan nominal lembaran yang digunakan dalam pengujian.

Tabel A.1 - Kekuatan geser pengelasan setempat

Ketebalan lembaran yang ditentukan (mm)	Kekuatan geser minimum (kN)
1.63	18.2
2.01	23.1
2.77	31.1
3.51	37.8
4.27	44.5

A.1.3 Verifikasi

Setelah mesin dan operatornya telah dikualifikasi dengan prosedur sebelumnya, maka untuk memastikan qualifikasinya terjaga, perlu dilakukan tiga buah pengujian tarik geser pada setiap memulai pergantian *shift* kerja, dan melakukan tiga buah pengujian tarik geser untuk setiap perubahan ketebalan lembaran.

A.1.4 Pengaturan mesin

Satu buah fotokopi pengaturan mesin yang telah disetujui harus dicantumkan pada mesin untuk digunakan oleh operator mesin. Tidak diperkenankan mengubah pengaturan, kecuali fase dan tekanan las yang boleh divariasikan ± 10 persen

Spesifikasi ini secara teknis identik dengan ASTM A 760/A 760 M-01a.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Lampiran B
(informatif)
Informasi pemesanan

B.1 Informasi pemesanan

B.1.1 Pemesanan material sesuai spesifikasi ini harus mencakup informasi yang diperlukan ,untuk mencapai produk yang diinginkan, yaitu :

B.1.1.1 Nama bahan (pipa baja bergelombang),

B.1.1.2 Jenis logam pelapis (Seng, aluminium pelapis tipe 2, aluminium pelapis tipe 1, paduan 55 Al-Zn (55 persen aluminium seng), paduan Zn-5 Al-MM, atau pelapis komposit seng dan serat aramid) (lihat 5.1).

B.1.1.2.1 Untuk paduan Zn-5A1-MM, kelas struktur pelapis (Kelas A, minimal, dll) (pasal 4.3).

B.1.2 Nomor Standar SNI dan tahun penerbitan

B.1.3 Jenis pipa (seperti dijelaskan dalam 4.1)

B.1.4 Diameter lingkaran pipa (Tabel 6), atau *span* dan *rise* pipa lengkung (Tabel 8,9,10, atau 11),

B.1.5 Panjang, baik panjang keseluruhan atau panjang masing-masing potongan dan jumlah potongan,

B.1.6 Deskripsi gelombang (lihat 6.2),

B.1.7 Ketebalan lembaran baja (lihat 7.1.2),

B.1.8 Metode pembuatan pipa (untuk pipa Tipe I dan Tipe II) baik dengan gelombang berbentuk cincin atau berbentuk spiral (lihat 6.1.1),

CATATAN B.1 - Pipa dengan gelombang berbentuk cincin dengan las setempat atau dengan sambungan keling dirancang dengan kriteria yang berbeda dibandingkan dengan pipa dengan gelombang berbentuk spiral. Pipa dengan gelombang berbentuk cincin harus memperhatikan kekuatan lapisan. Oleh karena itu, metode pembuatan penting untuk diperhatikan ketika pipa dipasang dengan kondisi pembebanan tertentu.

B.1.9 Tipe pelapis aspal (lihat 1.1.1 dan 7.5) apabila lembaran baja berlapis komposit seng dan serat aramid digunakan untuk pembuatan pipa.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

CATATAN B.2 - Lihat AASHTO M190 untuk informasi tambahan yang tepat untuk paska pelapisan berbahan aspal pada pipa

B.1.10 Sistem sambungan, termasuk jenis sambungan yang dijelaskan pada 8.1 beserta paking (*gasket*), jika diperlukan (jika sistem sambungan tidak ditentukan, pabrikan harus menetapkannya).

B.1.11 Kelas lubang (jika selain kelas 1) untuk pipa Tipe III (lihat 7.3.2)

B.1.12 Sertifikasi, jika diperlukan (lihat 13.1)

B.1.13 Persyaratan-persyaratan khusus.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Lampiran C
(informatif)
Gambar contoh-contoh tipikal pipa baja bergelombang



Gambar C.1 - Pipa baja bergelombang dengan gelombang bentuk spiral



Gambar C.2 - Pipa baja bergelombang dengan gelombang bentuk cincin

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"



Gambar C.3 - Pipa baja bergelombang dengan gelombang bentuk cincin dan flens penyambung



Gambar C.4 - Pipa baja bergelombang dengan lapisan serat aramid

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"



Gambar C.5 - Pipa baja bergelombang dengan Pervorasi



Gambar C.6 - Pipa baja bergelombang dengan pelat penyambung

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"